

Japanese Patent Publication (KOKAI)
No. 60(1985)-82931

Abstract:

There is provided a knocking detecting apparatus for an engine.

The knocking detecting apparatus is provided with:

a knocking sensor attached to the main body of the engine;

a first filter to pass, of output signals from the knocking sensor, only a signal in a knocking frequency band;

a second filter to pass, of the output signals from the knocking sensor, a signal in a frequency band other than the knocking frequency band;

means for calculating a deviation between output signals from both the first and second filters; and

means for determining whether or not there is an occurrence of knocking by making a comparison between the calculated deviation and a predetermined value for the deviation.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-82931

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)5月11日

G 01 H 17/00

7359-2G

G 01 M 15/00

6611-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 エンジンのノッキング検出装置

⑯ 特 願 昭58-192869

⑰ 出 願 昭58(1983)10月14日

⑱ 発 明 者 磯 部 利 太 郎 広島県安芸郡府中町新地3番1号 東洋工業株式会社内
 ⑲ 発 明 者 藤 原 邦 彦 広島県安芸郡府中町新地3番1号 東洋工業株式会社内
 ⑳ 出 願 人 マ ッ ダ 株 式 会 社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 ㉑ 代 理 人 弁 理 士 田 中 清 一

明 細 書

1. 発明の名称

エンジンのノッキング検出装置

2. 特許請求の範囲

(1) エンジン本体に配設したノッキングセンサと、ノッキングセンサの出力信号のうちノッキング周波数帯の信号のみを通過させる第1フィルタと、ノッキングセンサの出力信号のうちノッキング周波数帯以外の周波数帯の信号を通過させる第2フィルタと、前記第1フィルタと第2フィルタとの出力信号の偏差を演算する偏差演算手段と、上記偏差と設定値とを比較し、ノッキングの有無を判別するノッキング判別手段とを具備することを特徴とするエンジンのノッキング検出装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はエンジンのノッキング検出装置に関するものである。

(従来技術)

従来、エンジン特に自動車用エンジンにおいて、特開昭58-35269号公報に示されるように、ノッキングを検出し、その検出値に基づいて点火時期を制御するものが知られている。すなわち、ノッキングが発生したときにエンジンの点火時期を遅角方向に変更して、ノッキングを抑制することで、ノッキングが起こらない範囲でエンジンの要求としての最適点火時期を得て、出力向上、燃費向上を図るようになっている。

ところが、そのような装置では、ノッキングセンサから出力されるエンジンの振動信号をフィルタに通し、ノッキングに起因する特定周波数の振動信号のみを取り出し、しかしてこの振動信号を一定レベル(スライスレベル)と比較し、振動信号が一定レベルを越えた場合ノッキングと判定していたが、そのようにして検出された振動信号には、機械ノイズ等による信号も上記特定周波数の信号成分を有することから、機械ノイズ等による信号が重畳されているので、実際にはノッキングが起こっていないのに、前記振動信号が一定レベ

ルを越えてノッキングと判定され、誤動作を行なうという問題がある。

(発明の目的)

本発明はかかる点に鑑みてなされたもので、機械ノイズ等の影響を受けることなく、ノッキングを精度良く検出することができるエンジンのノッキング検出装置を提供することを目的とするものである。

(発明の構成)

本発明は、上述した目的を達成するために、エンジン本体に配設したノッキングセンサと、ノッキングセンサの出力信号のうちノッキング周波数帯の信号のみを通過させる第1フィルタと、ノッキングセンサの出力信号のうちノッキング周波数帯以外の周波数帯の信号を通過させる第2フィルタと、第1フィルタと第2フィルタとの出力信号の偏差を演算する偏差量演算手段と、上記偏差と設定値を比較し、ノッキングの有無を判別するノッキング判別手段とを具備することを特徴とするものである。すなわち、本発明は、ノッキング周

特開昭60-82931(2)

波数帯が狭い範囲であるのに対し、機械ノイズ等の周波数帯は広い範囲に亘っていることから、2つのフィルタすなわち第1および第2フィルタを用いることにより、第1フィルタにノッキング周波数帯の信号のみを、第2フィルタにノッキング周波数帯以外の周波数帯の信号すなわち機械ノイズ等のノイズ信号を通過させ、第1フィルタの出力信号より第2フィルタの出力信号を減算し、それによってノイズ出力を打ち消してノッキングに起因する信号だけを検出し、ノッキングの有無を判定するものである。

(実施例)

以下、本発明の実施例を図面に沿って詳細に説明する。

ターボ過給機付エンジンを示す第1図において、1はエンジン本体で、シリンダブロック2上にガスケット3を介してシリンダヘッド4が取付けられ、燃焼室5が形成されている。

5は吸気通路で、上流側から、エアクリーナ6、エアフローメータ7、排気ターボ過給機8のコン

プレッサ9、スロットル弁10、およびサージタンク11が順に設けられ、しかして吸気弁12にて開閉される吸気ポート13を経てエンジンの燃焼室5に至っている。

14は排気通路で、上流側から、排気ターボ過給機8のタービン15および排気ガス浄化用の触媒装置16が順に設けられ、しかして上流端が、排気弁17にて開閉される排気ポート18を介してエンジンの燃焼室5に通ずる一方、下流端が大気に開放されている。

前記排気ターボ過給機8のコンプレッサ9とタービン15とはシャフト19にて一体的に連結され、しかして排気ガスにより回転駆動されるタービン15がコンプレッサ9を回転し、所定の条件下で過給が行なわれるようになっている。

20はノッキングセンサで、シリンダヘッド4に配設され、しかして該ノッキングセンサ20よりの出力が制御ユニット21に入力されるようになっている。制御ユニット21は、ノッキングセンサ20よりの出力に応じて、ディストリビュー

タ22が制御され、点火時期の調整が行なわれる。

前記制御ユニット21は、第2図に詳細を示すように、ノッキングセンサ20の出力信号のうちノッキング周波数帯の信号のみを通過させる第1フィルタ23と、ノッキングセンサ20の出力信号のうちノッキング周波数帯以外の周波数帯の信号を通過させる第2フィルタ24と、第2フィルタ24の出力信号を反転する反転回路25と、第1フィルタ23の出力信号と反転回路25の出力信号を加算する偏差量演算手段としての加算回路26と、加算回路26の出力信号を平滑化する平滑回路27と、平滑回路27の出力信号を増巾する増巾回路28と、加算回路26の出力信号と増巾回路28の出力信号とを比較しノッキングの有無を判別するノッキング判別手段としての比較回路29と、比較回路29の出力信号に応じて点火時期を制御する点火時期制御回路30とを有する。

上記のように構成すれば、ノッキングセンサ20の出力信号(振動信号)は、第1および第2フィルタ23, 24を通過し、第1フィルタ23の出

力信号 A はノッキング周波数帯（例えば 8.5 KHz）のみの信号となる一方、第 2 フィルタ 24 の出力信号 B はノッキング周波数帯以外の周波数帯例えばノッキング周波数帯から十分に離れた周波数帯の信号となる。

しかして、第 2 フィルタ 24 の出力信号 B は、反転回路 25 にて反転され、加算回路 26 において、第 1 フィルタ 23 の出力信号 A に加算される。その結果、第 1 フィルタ 23 の出力信号 A（ノッキング、および機械ノイズ等による振動信号）より第 2 フィルタ 24 の出力信号 B（機械ノイズ等による振動信号）が加算されることとなる。加算回路 26 の出力信号 C は、第 1 フィルタ 23 と第 2 フィルタ 24 との出力信号の偏差であり、機械ノイズ等による振動信号を含まないノッキングによる振動信号である。

加算回路 26 の出力信号 C は、平滑回路 27 にて平滑化され、増巾回路 28 にて増巾されて一定レベルの出力信号 D となる。しかして、この出力信号 D と前記出力信号 C とが比較回路 29 におい

特開昭 60- 82931 (3)

て比較され、ノッキング状態であるか否かが判定される。すなわち、出力信号 C が出力信号 D のレベルを越えた場合にノッキング状態と判定する。

それから、前記比較回路 29 よりの出力信号 E に基づき、エンジンの点火時期が点火時期制御回路 30 にて制御される。すなわち、ノッキング状態であると判定されれば点火時期を遅角させる一方、ノッキング状態でないと判定されれば点火時期を進角させることにより、ノッキングが起こらない範囲で最適点火時期になるようにディストリビュータ 22 が制御される。

以上実施例について説明したが、本発明においては、デジタルコンピュータにより制御する場合を含むものである。また、本発明によるノッキング検出は、点火時期制御に制限されず、空燃比制御、過給圧制御に用いるなど、各種の用途に適宜利用されるものである。

（発明の効果）

本発明は、上記のように、2 つのフィルタを用い、ノッキングセンサの出力信号から機械ノイズ

等による信号成分を除去するようにしたため、機械ノイズ等による影響を受けることなく、ノッキングを精度良く検出することができる。

図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例であるエンジンのノッキング検出装置の全体構成図、第 2 図は制御ユニットの一例を示すブロック図、第 3 図 (a) (b) (c) (d) は第 2 図における出力信号 A、B、C、D、E の波形状を示す図である。

1 ……エンジン本体、8 ……排気ターボ過給機、20 ……ノッキングセンサ、21 ……制御ユニット、23 ……第 1 フィルタ、24 ……第 2 フィルタ、26 ……加算回路、29 ……比較回路

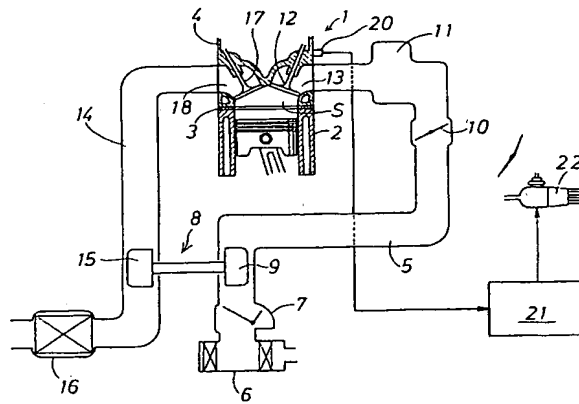
特許出願人 東洋工業株式会社
代理人 田中 信 一



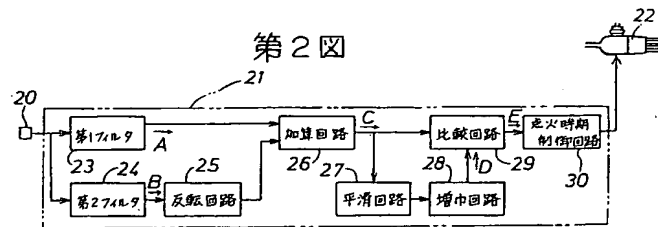
(4)

特開昭60- 82931 (4)

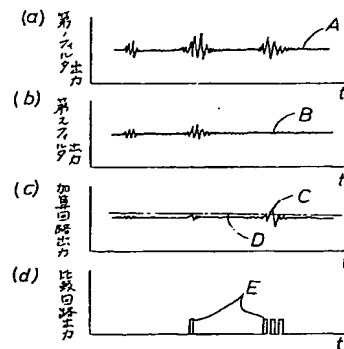
第1図



第2図



第3図



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-26721

(43)公開日 平成5年(1993)2月2日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 H 17/00		B 8117-2G		
F 0 2 B 77/08		M 9247-3G		
F 0 2 D 45/00	3.5 8	H 8109-3G		
	3 6 8	D 8109-3G		
		B 8109-3G		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-203768

(22)出願日 平成3年(1991)7月19日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 加藤木 工三

茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社

日立製作所自動車機器事業部内

(72)発明者 市原 隆信

茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社

日立製作所自動車機器事業部内

(72)発明者 徳田 博厚

茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社

日立製作所自動車機器事業部内

(74)代理人 弁理士 武 頌次郎

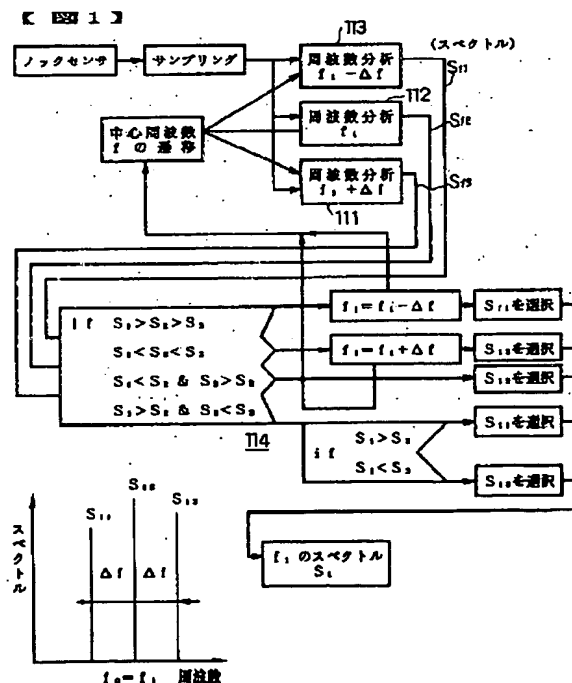
(54)【発明の名称】 ノッキング検出装置

(57)【要約】

【目的】エンジンの運転状態や経年変化のいかにかわらず、常に確実にノッキングの判定が可能なノッキング検出装置を提供すること。

【構成】ノックセンサ15の出力に基づいて、所定の複数のノック振動モードの夫々による周波数成分から、相接近した周波数の信号を抽出する少なくとも3種の周波数分析処理111、112、113を設け、これら複数の信号の内の振幅レベルが最大の信号の周波数に合わせて周波数 f_i を変化させるようにした。

【効果】周波数分析処理の中心周波数が各振動モードの変化に自動的に追尾してゆくので、エンジンの運転状態や経年変化のいかにかわらず、常に確実にノッキングの判定が可能なる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンの振動又はシリンダ内圧振動の少なくとも一方を検出するノックセンサの出力信号に含まれる少なくとも2の所定の周波数成分を夫々独立に抽出する周波数成分抽出手段と、この周波数成分抽出手段から与えられる少なくとも2の出力の演算結果からノック指数を算定するノック指数演算手段とを備え、上記少なくとも2の周波数成分をエンジンのシリンダに現われる共鳴モードの夫々によって定まる共鳴周波数成分に一致させることにより上記ノック指数からノッキング発生を判定する方式のノッキング検出装置において、上記少なくとも2の周波数成分の夫々毎に少なくとも3種の相接近した周波数の信号を抽出する周波数分析手段と、これら少なくとも3種の信号の内の最大振幅レベルを有する信号の周波数に応じて上記周波数分析手段の中心周波数を変化させる処理手段とを設け、上記周波数分析手段の中心周波数が上記共鳴周波数成分の周波数変化に自動追尾するように構成したことを特徴とするノッキング検出装置。

【請求項2】 請求項1の発明において、上記周波数成分抽出手段が少なくとも2種のデジタルフィルタで構成されていることを特徴とするノッキング検出装置。

【請求項3】 請求項2の発明において、エンジンの運転状態からシリンダ内雰囲気中での音速を算定する手段を設け、この手段による音速の算定結果に応じて上記デジタルフィルタの中心周波数を変化させるように構成したことを特徴とするノッキング検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、内燃機関のノッキング検出装置に係り、特に自動車用ガソリンエンジンに好適なノッキング検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 エンジンにノッキング(ノックともいう)が発生すると、特有の共鳴周波数成分を持った振動が発生する。そこで、この振動をノックセンサで検出することにより、ノッキングの発生を判定することができる。そこで、従来のノッキング検出装置では、バンドパスフィルタを用いて、ノックセンサからの信号に含まれる周波数成分のうち、最も発生頻度の高い特定の周波数成分のみを取り出すようにし、この取り出した信号のレベルの大小によってノッキングの有無を判断していた。なお、これに関連した装置としては、特開昭59-73750号、特開昭59-125034号、特開昭60-204969号、それに特開平1-178773号の各公報に記載のものを挙げることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来技術は、ノッキングには複数の振動モードが存在する点について配慮がされておらず、ノッキング発生時の振動モードのいく

つかを雑音として処理していたために、ノッキング検出能力に限界があり、ノッキング検出が可能なエンジンの運転領域が制限され、確実なノッキング検出の点で問題があった。

【0004】 すなわち、従来の装置では、バンドパスフィルタを用いてノックセンサ信号に含まれる信号のうちから特定の周波数のみを検出処理しているが、実際のノッキング現象では、決して単一周波数成分のみが発生するのではなく、複数のノッキング振動モードが存在する。

【0005】 つまり、図6に示すように、エンジンのシリンダは、その名の通り円筒状なので、円筒内の振動モードとして半径方向と円周方向に圧力変動の節(区切り線)と腹(+)、-(-)とが存在し、このため、ノッキングによるシリンダ内の共鳴現象として5種の周波数成分が現われる。しかるに従来の技術では、これらの周波数のうち、最も共鳴しやすい特定の周波数だけを取り出していたことになり、このためノッキング検出能力に限界が生じてしまうのである。

【0006】 また、ノッキング振動の周波数は、燃焼室内のガスの性状によっても変化してしまう。つまり、シリンダの共鳴波長は、共鳴空洞となる燃焼室の形状で決定されるが、燃焼温度や圧縮比が上ると燃焼ガス中での音速も早くなり、周波数が上昇してしまうのである。さらに、エンジンの圧縮比が上がると、燃焼温度の上昇をもたらすだけではなく、共鳴空洞に形状変化を生じ、共鳴モードも変ってしまう。

【0007】 この点に関しては、従来のバンドパスフィルタを用いた技術では、このフィルタの帯域を広くすることにより対応が可能であるが、この結果、ノイズも拾い易くなり、やはりノッキングの確実な検出の点で問題があった。本発明の目的は、エンジンの運転状態のいかんにかかわらず、常に確実にノッキングの判定が可能で、精度の良いノッキング制御が容易に行なえるようにしたノッキング検出装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、ノックセンサの出力に基づいて、所定の複数のノック振動モードの夫々による信号成分を独立に抽出する周波数成分抽出手段を設け、これら複数の信号成分の総合判定によりノッキング発生の有無を判定するようにし、このとき、上記周波数成分抽出手段により抽出される信号として、周波数が相接近した少なくとも3種の信号が得られるようにし、これらの信号の振幅レベルから検出すべき周波数成分のずれを求め、上記周波数成分抽出手段の中心周波数を変化させるようにしたものである。

【0009】

【作用】 振動検出手段により燃焼室内で生じるノッキング振動の全モードをとらえることができ、周波数成分抽出手段により、各振動モードを分離して検出することが

できる。このとき、各振動モード毎にノック判定を行なうことで、従来雑音成分として除いていた信号もノック検出にとりこむことができるので、ノッキング検出能力を向上できる。そして、振動モードの変化に応じて周波数成分抽出手段の中心周波数が自動的に追尾するので、常に確実にノックが判定でき、精度の良いノック制御を行なうことができる。

【0010】

【実施例】以下、本発明によるノッキング検出装置について、図示の実施例により詳細に説明する。図5は本発明の一実施例が適用されているエンジン制御装置の構成図で、図において、1はエンジン制御ユニット、2はエンジンのシリンダ、3は吸気管、4は排気管、5は絞り弁、6は燃料噴射弁、7は点火プラグ、8は点火コイル、9はディストリビュータ、10は吸入空気流量を計測するエアフローセンサ、11は気筒判別用のレファレンスセンサ、12は回転角を測るポジションセンサ、13は絞り弁を検出する開度センサ、14は空燃比を検出する O_2 センサ、15Aはノック振動センサ、15Bは座圧センサ、そして15Cは筒内圧センサである。

【0011】エンジン制御ユニット1はマイコンを含む各種の電子回路で構成され、吸入空気流量計10、基準角センサ11、位置角センサ12、絞り弁開度センサ13、それに空燃比センサ14など、エンジンの運転状態を知るのに必要な各種のセンサからの信号を取り込み、所定の演算処理により各種の駆動信号を作成し、燃料噴射弁6や点火コイル8を動作させ、エンジンを制御する。

【0012】ノック振動センサ15Aと座圧センサ15B、それに筒内圧センサ15Cは、いずれもノック信号検出手段として設けられているもので、まず、ノック振動センサ15Aはエンジンのシリンダブロックの燃焼室の近傍に取り付けられ、エンジンの燃焼に伴う振動を電気信号に変換する働きをし、次に、座圧センサ15Bは点火プラグ7の座金部分に設けられ、燃焼室内の振動を直接とらえて電気信号に変換する働きをする。そして、筒内圧センサ15Cは燃焼室のシリンダヘッドの一部に穴をあけて取り付けられ、やはり燃焼室内の振動を直接とらえて電気信号に変換する働きをするものである。

【0013】なお、本発明の実施例としては、ノック信号検出手段は1系統あればよく、従って、実際には、ノック振動センサ15Aと座圧センサ15B、それに筒内圧センサ15Cの内の何れか1個だけが使用されることになる。

【0014】ところで、上記したように、ノッキング発生時の振動モードと周波数は、図6に示すようになっている。すなわち、燃焼室内の円筒の振動として、半径方向と円周方向に振動の節(区切り線)と腹(+又は-)とに共鳴状態が生じて、特定の周波数成分だけが発生する。こうして発生したノックによる振動をノック信号検出手

段が検出するため、その出力には複数の振動モードの信号が含まれることになる。

【0015】従って、ノック信号検出手段となるノック振動センサ15Aや座金センサ15B、或いは筒内圧センサ15Cは、この図6に示した周波数を含む全帯域にわたって一様な感度を持つことが望ましく、そのために、圧電セラミックや水晶を用いたピエゾ型圧電検出方式のセンサが一般的に使用されており、従って、この実施例でも、このようなセンサを使用している。

【0016】上記したように、エンジン制御ユニット1は、燃料噴射弁6や点火コイル8に駆動信号を供給してエンジンを制御しているが、更にこの実施例では、ノック振動センサ15Aと座圧センサ15B、それに筒内圧センサ15Cの内の何れか1個からなるノック信号検出手段からの信号(ノック信号)を取り込んでノッキング判定処理を行ない、その結果に基づいて、所定の態様で点火時期を遅らせることにより与えられるノッキング制御を遂行するようになっており、このときのエンジン制御ユニット1によるノック判定処理について、以下、順次説明する。

【0017】まず、ノック信号検出手段(以下、ノックセンサ15という)の信号は、所定の周波数分析手段に入力され、夫々の周波数成分に分離して抽出される。

【0018】ところで、この周波数分析手段としては、従来からアナログ回路によるバンドパスフィルタが主として用いられてきたが、複数の周波数成分を同時に抽出しようとした場合には、抽出すべき周波数成分の種別数と同じ個数分のアナログ回路を必要とし、回路規模の増大と回路調整処理の複雑化が避けられない。そこで、この実施例では、ノック信号をAD変換し、AD変換結果についてデジタルフィルタによって周波数成分を抽出するように構成してある。図6に示した周波数は、エンジンの形式や燃焼室形状、ボア径等によって変化するので、この実施例のように、デジタルフィルタによって周波数抽出手段17を構成することにより調整を簡略化できる。

【0019】デジタルフィルタとしては、図2に示した非回帰形や、図3に示した回帰形フィルタなどがあり、この実施例では、どちらのデジタルフィルタを使用しても良い。さらに、このデジタルフィルタとしては、図4に示すように、特徴周波数毎に、全帯域通過フィルタの出力とバンドエリミネーションフィルタの出力との差分をとるようにしたフィルタでもよい。なお、この図4では、遅延回路が全帯域通過フィルタの機能を果たしている。そして、抽出しようとする周波数成分の個数だけフィルタを用意し、必要な種類の周波数成分を同時に抽出するのである。

【0020】ところで、AD変換を行なうサンプリング間隔 τ は、標本化定理によって抽出しようとする最大の周波数の2倍以上の周波数の逆数であり、図6の例で

は、抽出周波数の最大値が18.1kHzであるから、この間隔 τ_s は、次式を満足するものとなるようにすればよい。

$$\tau_s \leq \frac{1}{(18.1 \times 10^3 \times 2)} = 27.6 \times 10^{-6} = 27.6 \text{ } (\mu\text{s})$$

【0022】なお、これら図2の非回帰形フィルタや図3の回帰形フィルタでの係数 a_i 、 b_i は、デジタルフィルタの設計手順に従って予め用意しておく。

【0023】一方、周波数の分析手段としては高速フーリエ変換が知られているが、この場合、2の n 乗個のサンプル数を必要とする。このため、周波数分析すべき区間、すなわち、サンプリング区間は2倍又は1/2の離散的な区間となり、不連続な区間になってしまう。

【0024】そこで、この問題を解決するために、2の n 乗個のサンプリングに数にとらわれず、個々のADサ

$$c_i = \exp(-j \cdot 2 \pi f_i)$$

【0026】このとき、図7から明らかなように、この実施例では、補正手段40を設け、エンジンの運転状態に応じて、例えば燃料噴射幅 T_F や回転数 N に応じてシリンダ内の燃焼温度を推定演算し、これにより周波数 f を変化させることで、常に適切な周波数成分が抽出できるようにしている。

【0027】ところで、本発明では、図2の非回帰形デジタルフィルタや図3の回帰形デジタルフィルタ、又は図4のフィルタ、或いは図7のフーリエ級数による周波数分析手段の何れかによる各周波数成分 $S_1 \sim S_5$ の抽出処理に際して、さらに各特徴周波数を中心にして、夫々少なくとも3種の周波数成分を抽出し、これらの中で振幅レベルが最大値を示す周波数を該当する特徴周波数成分と定め、次に、これと、残りの少なくとも2種の周波数成分との関係からフィルタの中心周波数を動かし、常に各特徴周波数に合わせてフィルタのチューニングが与えられるようにした点を大きな特徴とするものであり、従って、以下、このための手段について、図1により説明する。

【0028】この図1において、ノックセンサとサンプリング処理を除く、処理111~114が図2の非回帰形デジタルフィルタや図3の回帰形デジタルフィルタ、又は図4のフィルタ、或いは図7のフーリエ級数による周波数分析手段における各周波数成分の抽出処理の夫々に対応するものである。

【0029】まず、ここでの手順としては、図1に示すように、3種の周波数分析処理111、112、113において、図の左下のスペクトル図に示すように、各特徴周波数毎に、 $S_{11} = f_1 - \Delta f$ 、 $S_{12} = f_1$ 、 $S_{13} = f_1 + \Delta f$ の3種の周波数成分を抽出する。ここで、 f_1 は当該特徴周波数 f_0 に合わせた中心周波数であり、他方、 Δf の値としては、中心周波数 f_1 の値にもよるが、数百Hz程度に設定すれば良い。

【0021】

【数1】

ンプル値にフーリエ係数を乗じて求める方法があり、このようにした周波数分析手段の一実施例を図7に示す。すなわち、この図7に示すフーリエ級数による周波数分析手段は、抽出しようとする周波数を f として、フーリエ係数 c_i を次式のとおりとし、これによりサンプリング回数 i が変わるごとに係数を変えて周波数成分を抽出するのである。

【0025】

【数2】

$$\text{但し } j = \sqrt{-1}$$

【0030】そして、いま、周波数成分 S_{13} が、これら3種の周波数成分の中で最大レベルを示していたとすれば、このときには特徴周波数が少なくとも Δf だけ高い方にシフトしていることを表わすが、中心周波数 f_1 を Δf だけ高くする。反対に、周波数成分 S_{11} が、これら3種の周波数成分の中で最大レベルを示していたとすれば、このときには特徴周波数が少なくとも Δf だけ低い方にシフトしていることを表わすから、今度は中心周波数 f_1 を Δf だけ低くする。

【0031】しかし、周波数成分 S_{12} の振幅レベルが最大であったときには、両側の周波数成分 S_{11} と周波数成分 S_{13} の中で振幅レベルが大きい方に、中心周波数 f_1 を $\Delta f \times x$ ($x = 0 \sim 1$) だけずらすのである。従って、以上の処理は、図1の処理114に示すようになり、そして、このとき、周波数をずらすための具体的方法としては、上記したデジタルフィルタでは、そこでの各係数 a_i 、 b_i 、 c_i を変化させるだけで済み、極めて容易に実現できる。

【0032】こうして各周波数成分 $S_1 \sim S_5$ の抽出を終ったら、これらにより、図8に示すノック判定手段による処理を行なう。まず、処理80、81で、ノック振動の各周波数成分 $S_1 \sim S_5$ は、それまでにノック無しと判定したときの周波数成分 $S_1 \sim S_5$ の平均値 $\underline{S_1} \sim \underline{S_5}$ (以下の式と図8の中では上付きバーで示してある) とそれぞれ比較し、その比率または差分 (負の場合はゼロ) を求め、それらの値を $SN_1 \sim SN_5$ とする。

【0033】次に、処理82により、これらの値 $SN_1 \sim SN_5$ について、それらの和、又は値の大きい順に並べたときの上位 m 個の和をとり、それをノック指数 IK として出力する。そして、このノック指数 IK は処理83で、ノック制御における官能試験のレベルと比較され、図8の右下に示してあるノック指数 IK 信号の累積頻度分布の上位 $y\%$ に相当するノック指数 IK 信号が現

われたとき、これをノック発生と判定する。ここで、この図の右下の累積頻度分布は、指数の大きいレベルを0%として、そこから全指数レベルを低い指数レベルまで加算したものである。

【0034】次に、ノック無しと判定された場合、処理84で周波数成分 $S_1 \sim S_5$ の平均値 $\bar{S}_1 \sim \bar{S}_5$ の更新を以下のようにして行なうのである。

【0035】

【数3】

$$\bar{S}_1 = \bar{S}_1 \times \frac{K-1}{K} + S_1 \times \frac{1}{K}$$

$$\bar{S}_2 = \bar{S}_2 \times \frac{K-1}{K} + S_2 \times \frac{1}{K}$$

$$\bar{S}_3 = \bar{S}_3 \times \frac{K-1}{K} + S_3 \times \frac{1}{K}$$

$$\bar{S}_4 = \bar{S}_4 \times \frac{K-1}{K} + S_4 \times \frac{1}{K}$$

$$\bar{S}_5 = \bar{S}_5 \times \frac{K-1}{K} + S_5 \times \frac{1}{K}$$

【0036】ここで、Kは移動平均を求めるための係数で、 $K=4 \sim 64$ の間の数値が使われる。次に、周波数成分の抽出タイミング処理について説明する。まず、図9はこの処理に必要な構成を示したもので、ノックセンサ15からのノック信号と、基準角センサ11からのレファレンス信号と、位置角センサ12からのポジション信号とを入力とし、ポジション信号の立上りを計数し、レファレンス信号の立上りでクリアされるカウンタ100と、このカウンタ100の計数値を比較するコンパレスタ101、さらにカウンタ100とコンパレスタ101の計数値が一致したらCPU103に割込を要求する割込コントローラ102、そしてノック信号をAD変換するAD変換器104とからなる。

【0037】次に、処理動作について、図10のフローチャート及び図11のタイミングチャートにより説明すると、まず、図10の(a)に示すように、レファレンス信号Refの立上りでCPU103に割込がかかり、AD変換器104による変換動作を開始すべき角度 θ_k をコンパレスタ101にセットする。

【0038】カウンタ100はレファレンス信号Refの立上りでクリアされ、ポジション信号Posをゼロから計数し始める。そしてカウンタ100の計数値が θ_k に一致したら、図10の(b)の一致割込による処理が開始し、この中でAD変換器104によるAD変換を開始し、同時にAD変換割込を許可する。そして、AD変換の終了角度 θ_n をコンパレスタ101にセットする。

【0039】さらに、AD変換が終了する毎にAD変換割込要求がCPUに出され、図10の(c)の処理が始まり、このAD変換割込内でデジタルフィルタの積和演

算を行なう。この積和演算はAD変換値ADiと係数 a_i 、 b_i 、 c_i などとの乗算とその和を求める演算であり、クランク角が θ_n に達するまで行なわれる。

【0040】ポジション信号Posを計数しているカウンタ100のカウンタ値が θ_n に一致したときに、再び一致割込要求が出され、この中でAD変換割込を停止し、それまでの積和演算値を各周波数成分 $S_1 \sim S_5$ とするのである。

【0041】そして、図8に示したように、これらの周波数成分 $S_1 \sim S_5$ と平均値との比率又は差分 $SN_1 \sim SN_5$ を求めて、これらの値からノック指数IKを算出するのである。

【0042】その後、図8の処理83により、ノック指数IKが官能試験でのレベルSLより大きいときにノック有りと判定し、小さいときにノックなしと判定した上で、ノックの有無を表わす出力を、図11に示すように、次のレファレンス信号Refの立上りまでに出力するのである。

【0043】そこで、エンジン制御ユニット1は、次のレファレンス信号Refの立上りで、このノックの有無を入力とし、ノック有りのときには、次の点火時期設定時に点火時期を遅らせるなどの、周知のノッキング回避制御を実行するのである。

【0044】以上のように、この実施例によれば、常に確実にノッキング発生をとらえることができるから、的確なノッキング回避制御が可能になり、エンジン性能の向上を充分に図ることができる。

【0045】さらに、この実施例によれば、振動センサの出力に含まれる情報を有効に活用できるので、エンジン出力及び燃料効率が最適となるように制御できる。

【0046】

【発明の効果】本発明によれば、気筒内での振動モードに応じて、複数の周波数成分について同時に分析することができ、且つ分析結果が分析区間に含まれる信号強度となるのでハードウェアが簡略化でき、さらに周波数選択の自由度が増えるので、対象エンジンの諸元が変わっても対応可能になる効果がある。

【0047】また、本発明によれば、分析周波数が気筒内での振動モードに応じて自動的に微調整され、分析周波数の変化に自動的に追尾してゆくため、エンジンの経年変化などにも関わらず、常に確実にノックを検出することができ、高精度のノック制御を得ることができる。

【0048】さらに、高速フーリエ変換と呼ばれる2のn乗個のサンプリング個数に限定されず、サンプリング範囲を自由に選択できるので、エンジン回転数に応じて周波数分析区間を自由に設定でき、ノッキング検出の精度を充分に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるノッキング検出装置の一実施例における周波数分析手段を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施例におけるフィルタ手段の第1の例を示すブロック図である。

【図3】本発明の一実施例におけるフィルタ手段の第2の例を示すブロック図である。

【図4】本発明の一実施例におけるフィルタ手段の第3の例を示すブロック図である。

【図5】本発明によるノッキング検出装置の一実施例が適用されたエンジン制御装置の構成図である。

【図6】ノッキング周波数モードの説明図である。

【図7】本発明の一実施例におけるフィルタ手段の第4の例を示すブロック図である。

【図8】本発明の一実施例におけるノッキング判定手段のブロック図である。

【図9】本発明の一実施例におけるタイミング制御手段のブロック図である。

【図10】本発明の一実施例におけるタイミング制御動作を説明するフローチャートである。

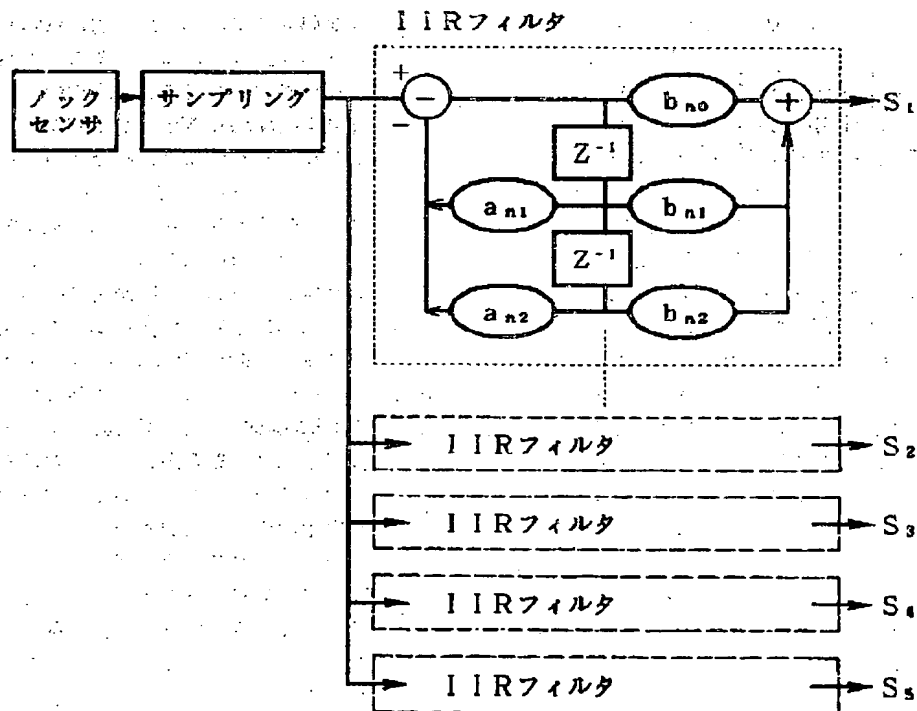
【図11】本発明の一実施例におけるタイミング制御動作を説明するタイミングチャートである。

【符号の説明】

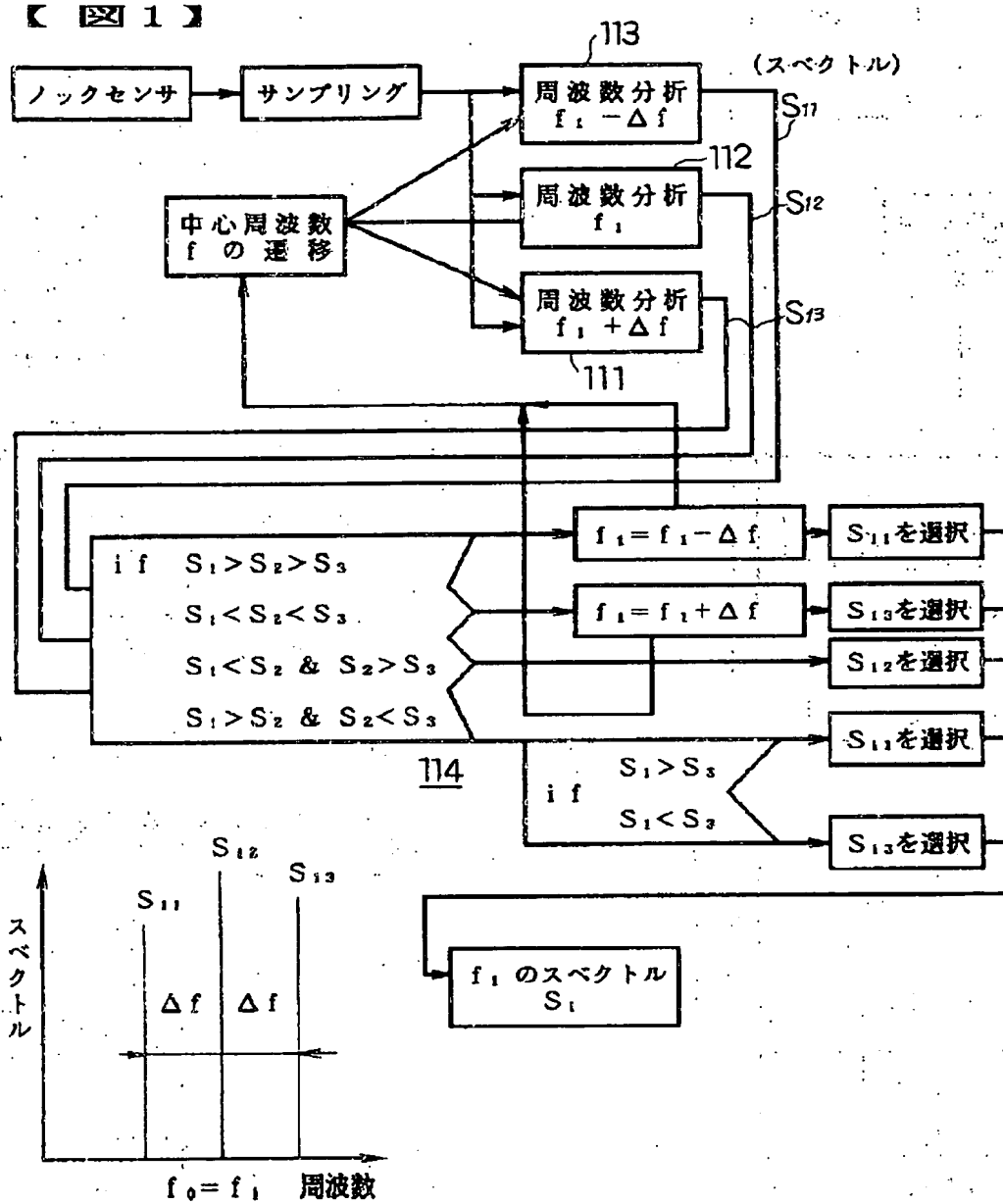
- 1 エンジン制御ユニット
- 2 エンジンのシリンダ
- 3 吸気管
- 4 排気管
- 5 絞り弁
- 6 燃料噴射弁
- 7 点火プラグ
- 8 点火コイル
- 9 ディストリビュータ
- 10 吸入空気流量計
- 11 基準角センサ
- 12 位置角センサ
- 13 絞り弁開度センサ
- 14 空燃比センサ
- 15 A ソック振動センサ
- 15 B 座圧センサ
- 15 C 筒内圧センサ

【図3】

【 図 3 】

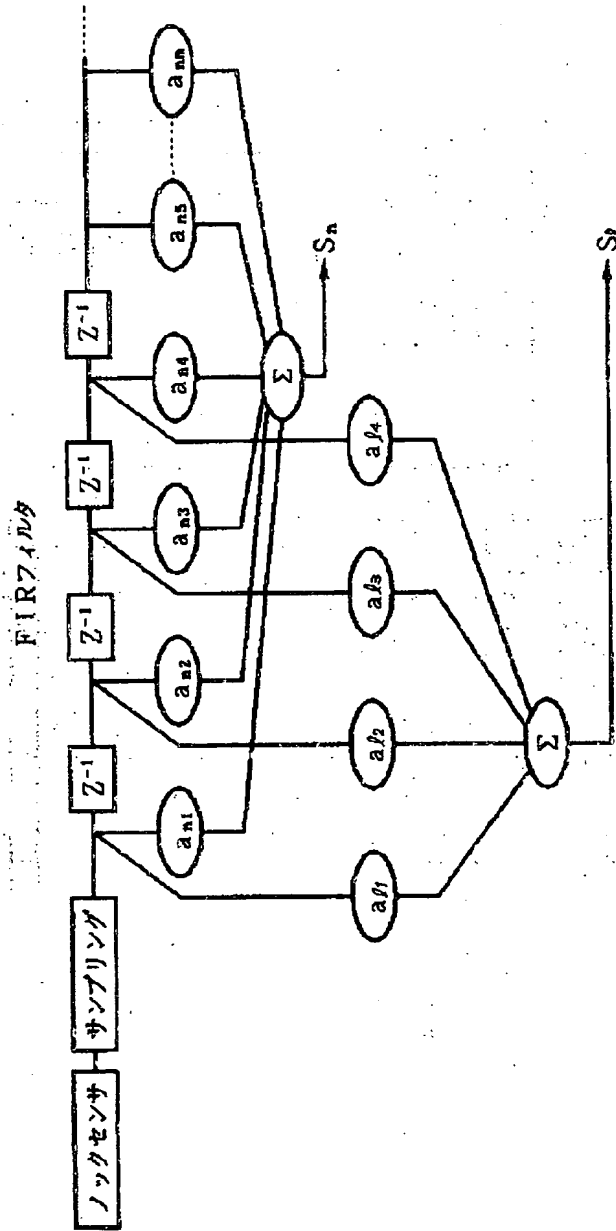


【図1】



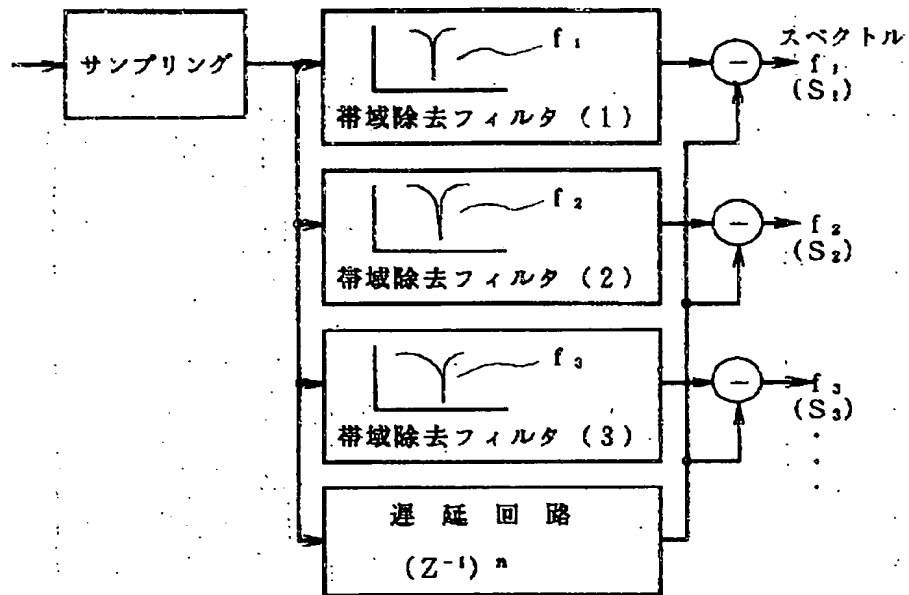
【図2】

【図2】



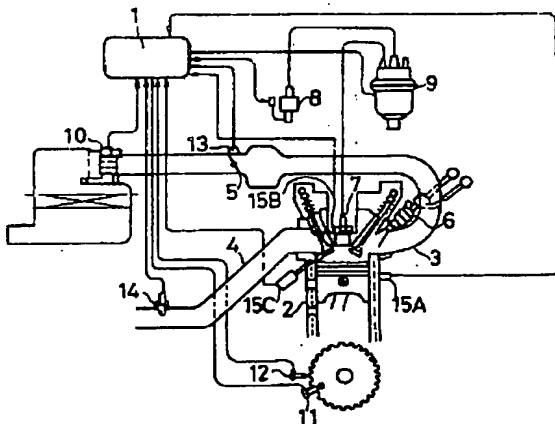
【図4】

【 図 4 】








【図5】

【 図 5 】



【図6】

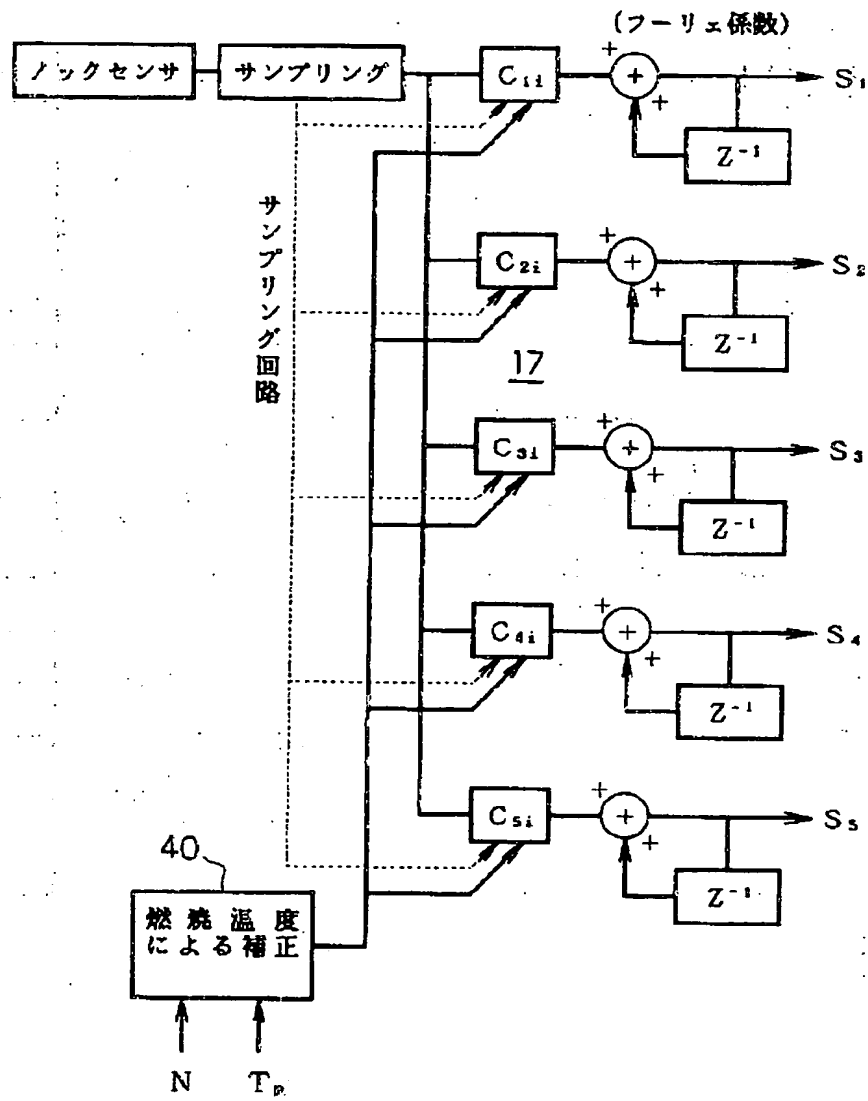
【図6】

共鳴振動モード P_{nm}	共鳴振動数
 $P_{10}=1.841$	$f_{10}=6.3 \text{ KHz}$
 $P_{20}=3.054$	$f_{20}=10.4 \text{ KHz}$
 $P_{01}=3.832$	$f_{01}=13.0 \text{ KHz}$
 $P_{30}=4.201$	$f_{30}=14.3 \text{ KHz}$
 $P_{11}=5.332$	$f_{11}=18.1 \text{ KHz}$

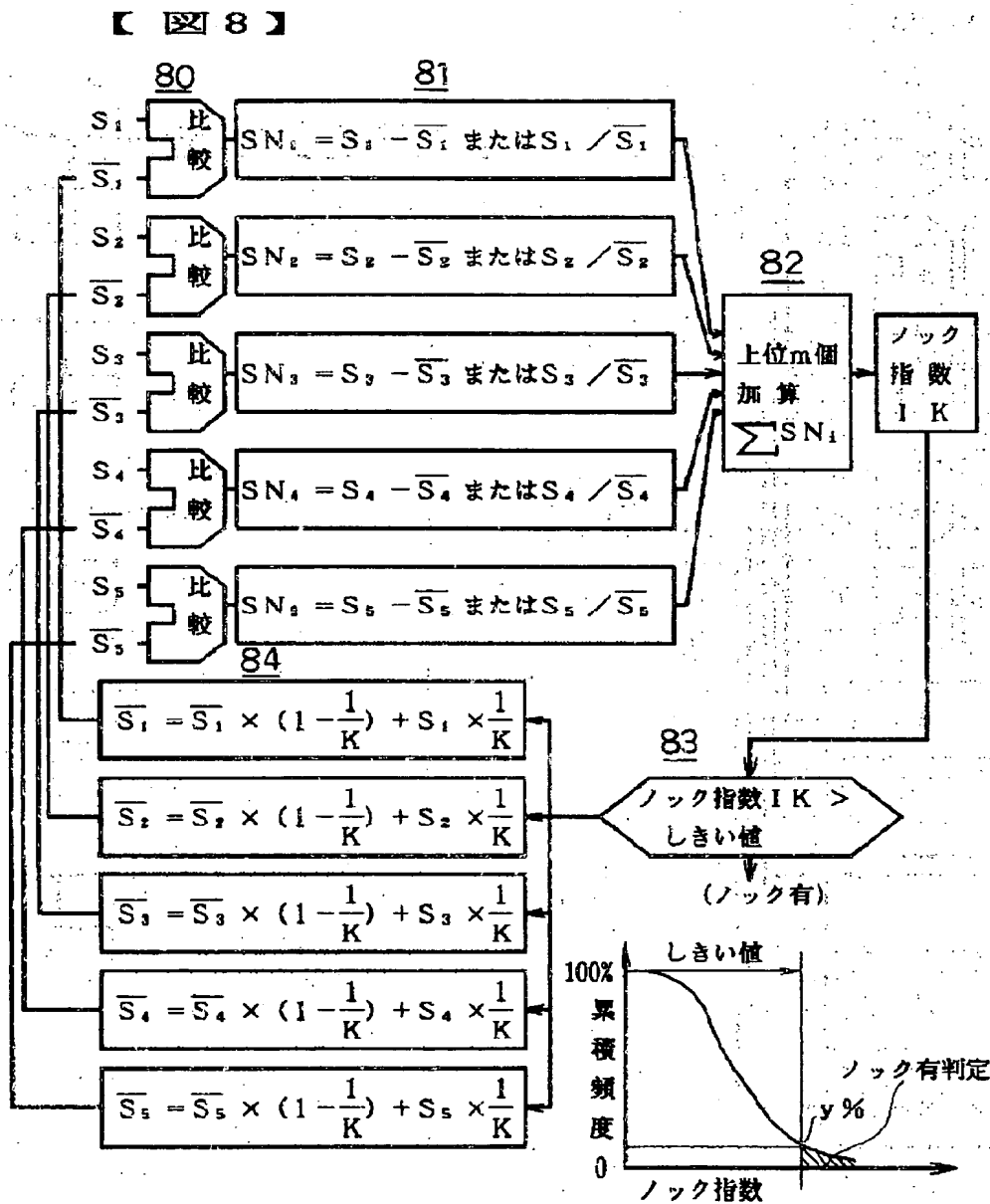
ノッキング周波数のモード

【図7】

【 図 7 】

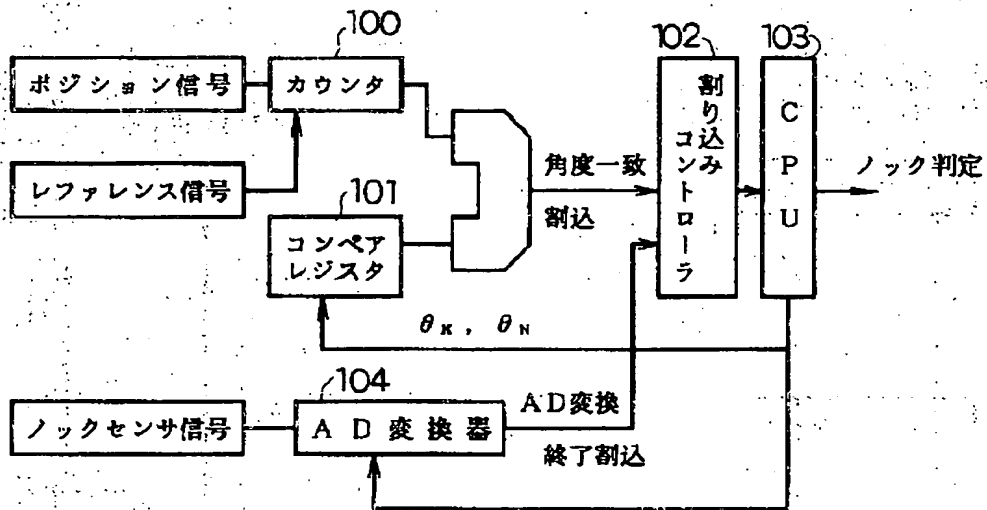


【図8】



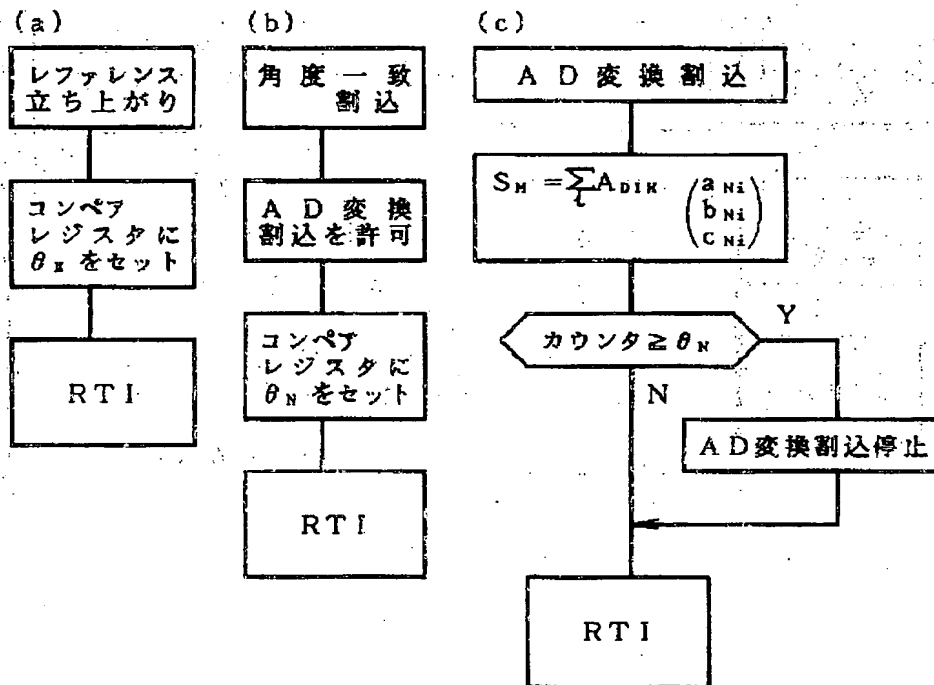
【図 9】

【図 9】



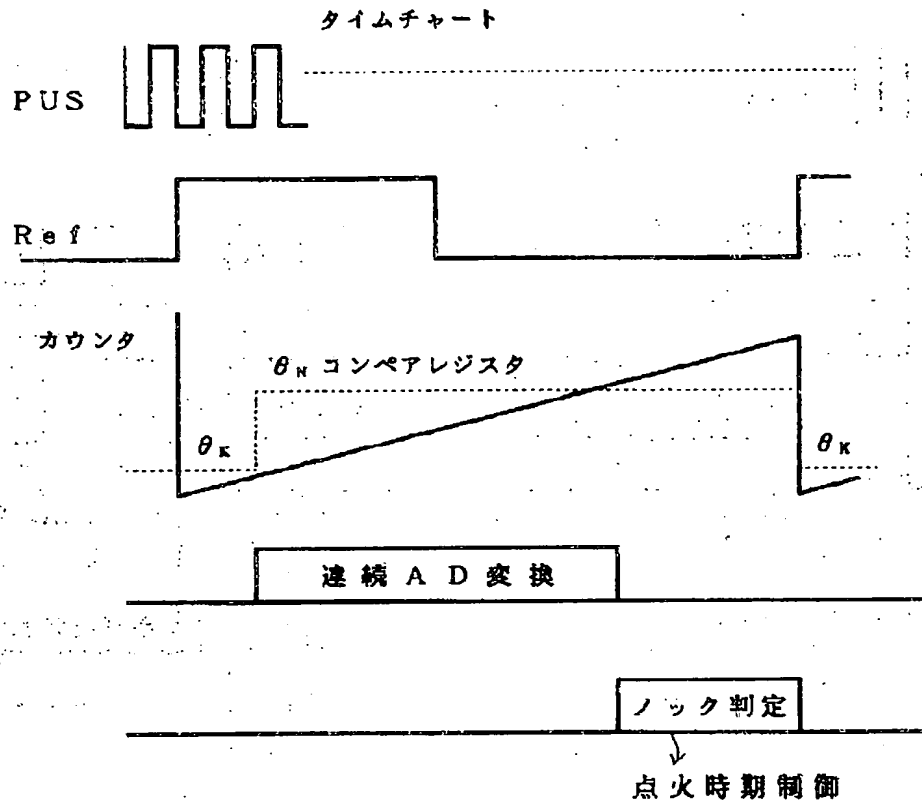
【図10】

【図10】



【図 11】

【 図 1 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 M 15/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 7324-2G

THIS PAGE BLANK (USPTO)